

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-090949

(43)Date of publication of application : 03.04.2001

(51)Int.Cl.

F23R 3/00

F02C 3/30

F02C 7/08

(21)Application number : 11-269012

(71)Applicant : ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND  
CO LTD

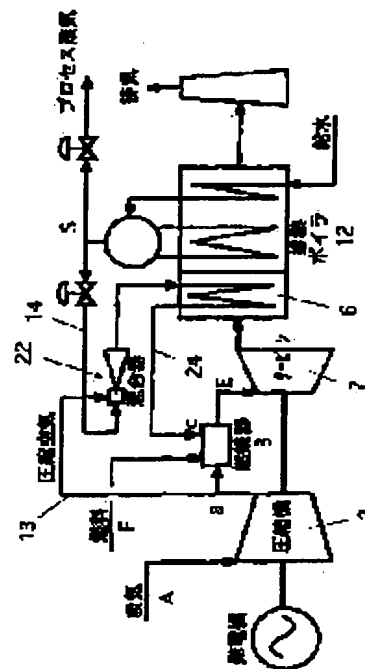
(22)Date of filing : 22.09.1999

(72)Inventor : UJI MOICHI

**(54) PRESSURE LOSS REDUCING AND PARTIAL REGENERATIVE TYPE TWIN-FLUID GAS TURBINE AND COMBUSTOR THEREFOR****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a partial regenerative twin-fluid gas turbine, capable of increasing extracted air remarkably without increasing a driving vapor pressure thereby increasing an air/vapor suction ratio remarkably, reducing the energy loss of a waste heat recovering unit and improving a power generating efficiency, as well as a combustor therefor.

**SOLUTION:** In a partial reproducing type twin-fluid gas turbine wherein a part of air, compressed by a compressor 2, is extracted before a combustor 3 and is mixed into vapor, then, the mixture is heated by the waste heat of a turbine and, thereafter, the mixture gas is poured into a combustor, an air extraction port (a) for the compressor and an air introducing port (c) for the combustor are provided to introduce combustion air for the combustor into the combustor directly and extract remaining compressed air through the air extraction port (a) to mix the same into vapor and heat the mixture by the waste heat of the turbine, then, the mixture is introduced into the air introducing port (c).

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

24.08.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

**BEST AVAILABLE COPY****BEST AVAILABLE COPY**

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-90949

(P2001-90949A)

(43)公開日 平成13年4月3日(2001.4.3)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ターボ\* (参考)

F 2 3 R 3/00

F 2 3 R 3/00

A

F 0 2 C 3/30

F 0 2 C 3/30

C

7/08

7/08

B

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平11-269012

(22)出願日

平成11年9月22日(1999.9.22)

(71)出願人 000000099

石川島播磨重工業株式会社

東京都千代田区大手町2丁目2番1号

(72)発明者 宇治 茂一

東京都江東区豊洲2丁目1番1号 石川島

播磨重工業株式会社東京第一工場内

(74)代理人 100097515

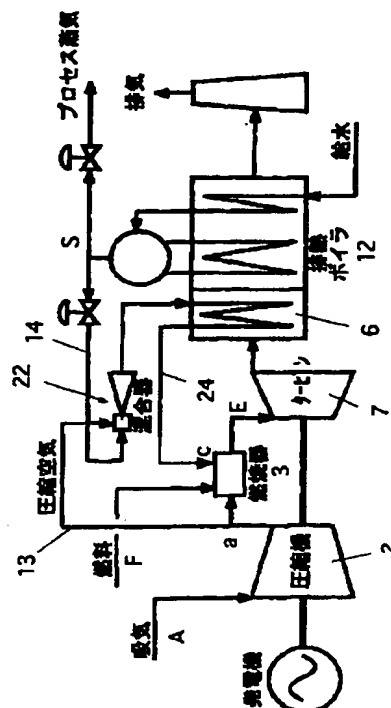
弁理士 堀田 実 (外1名)

(54)【発明の名称】 圧損低減型部分再生式二流体ガスタービンとその燃焼器

(57)【要約】

【課題】 駆動蒸気圧力を高めることなく、抽気空気を大幅に増加させることができ、これにより空気/蒸気吸引比を大幅に増加させ、排熱回収部のエクセルギー・ロスを減少させ、発電効率を向上させることができる部分再生式二流体ガスタービンとその燃焼器を提供する。

【解決手段】 圧縮機2で圧縮した空気の一部を燃焼器3の手前で抽気し、蒸気と混合しタービン排熱で加熱した後、この混合ガスを燃焼器に注入する部分再生式二流体ガスタービンにおいて、圧縮機の抽気ポートaと燃焼器に空気導入ポートcを設け、燃焼器の燃焼用空気を燃焼器に直接導入し、残りの圧縮空気を抽気ポートaから抽気して蒸気と混合し、タービン排熱で加熱後、空気導入ポートcに導入する。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 圧縮機 (2) で圧縮した空気の一部を燃焼器 (3) の手前で抽気し、蒸気と混合しタービン排熱で加熱した後、この混合ガスを燃焼器に注入する部分再生式二流体ガスタービンにおいて、

圧縮機の抽気ポート a と燃焼器に空気導入ポート c を設け、燃焼器の燃焼用空気を燃焼器に直接導入し、残りの圧縮空気を抽気ポート a から抽気して蒸気と混合し、タービン排熱で加熱後、空気導入ポート c に導入する、ことを特徴とする圧損低減型部分再生式二流体ガスタービン。

**【請求項 2】** 抽気ポート a から抽気した圧縮空気と水蒸気と混合する混合器 (22) と、該混合器による混合ガスをタービン排熱で加熱後、空気導入ポート c に導く混合ガスライン (24) とを備えた、ことを特徴とする請求項 1 に記載の部分再生式二流体ガスタービン。

**【請求項 3】** 燃焼域 (31a) と希釈域 (31b) を内側に有する燃焼器ライナー (32) と、燃焼域より上流側に設けられた抽気ポート (34) と、燃焼器ライナーの希釈域に直接連通した空気導入ポート (36) とを備え、

これにより、圧縮空気の一部を抽気ポートから抽気し、圧縮空気と蒸気との混合ガスを空気導入ポートから希釈域に直接導入する、ことを特徴とするガスタービン用燃焼器。

**【請求項 4】** 燃焼域 (31a) と希釈域 (31b) を内側に有する燃焼器ライナー (32) と、燃焼域 (31a) と希釈域 (31b) の中間位置で燃焼器ケーシング (38) と燃焼器ライナーの間を仕切る隔壁 (39) とを備え、希釈域 (31b) の燃焼器ライナーはケーシングとの隙間と連通する開口 (32a) を有し、これにより、燃焼用空気を隔壁の燃焼域側に供給して燃焼域に直接流入させ、圧縮空気と蒸気との混合ガスを隔壁の希釈域側に供給し、開口 (32a) を通して希釈域に流入させる、ことを特徴とするガスタービン用燃焼器。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は、発電と水蒸気生成を行うガスタービン発電設備に係り、更に詳しくは、ガスタービンに水蒸気を噴射する部分再生式二流体ガスタービンとその燃焼器に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** ガスタービンへ水蒸気を注入する二流体サイクルガスタービンとしては、例えば特公昭 54-34865 号の「二作動流体ヒートエンジン」が知られている。この二流体サイクルガスタービン (以下、発明者の名前からチエン・サイクルと呼ぶ) は、図 5 に例示するように、絞り弁 1、コンプレッサー 2、燃焼室 3、水処理装置 4、ポンプ 5、熱交換器 6、タービン 7、8、

コンデンサー 9、等から構成され、大気中から吸入した空気をコンプレッサー 2 で圧縮して燃焼室 3 に供給し、この圧縮空気燃料を燃焼させて高温の燃焼ガスを発生し、この燃焼ガスによりタービン 7、8 を駆動してコンプレッサー 4 及び負荷を駆動し、更にタービンを出た燃焼ガスにより熱交換器 6 で水蒸気を発生させ、コンデンサー 9 で水分を回収して大気中に放出するようになっている。かかるチエン・サイクルは、燃焼室 3 に熱交換器 6 で発生した水蒸気 S を噴射するためタービンに流入する燃焼ガスの流量が増大し、かつ燃焼ガスの比熱が増大することからタービンの出力と熱効率を高めることができる特徴を有している。

**【0003】** また、このチエン・サイクルを改善した二流体サイクルガスタービンとして、本願発明の発明者は、特公平 8-26780 号を創案し出願している。

**【0004】** 特公平 8-26780 号の「部分再生式二流体ガスタービン」は、図 6 に模式的に示すように、空気を圧縮する圧縮機 2 と、燃料を燃焼させる燃焼器 3 と、燃焼ガスにより駆動され圧縮機を駆動するタービン 7 とからなるガスタービンと、水蒸気 S (飽和蒸気) を駆動源として圧縮空気を昇圧しかつ両流体を混合する混合器 10 と、タービン 7 の下流に設けられ混合器 10 による混合ガスをタービン排気で加熱するための過熱器 6 と、過熱器 6 の下流に設けられタービン排気を熱源として水を蒸発させる排熱ボイラ 12 と、圧縮機 2 による圧縮空気の一部を燃焼器 3 へその残部を混合器 10 に導くための空気ライン 13 と、排熱ボイラ 12 による水蒸気 S の一部を混合器に送る主蒸気ライン 14 と、混合器 10 による混合ガスを過熱器 6 を介して燃焼器 3 に導くための混合ガスライン 15 と、を備えたものである。

**【0005】** この部分再生式二流体ガスタービンでは、ガスタービンの排熱を回収して生成された水蒸気 S で圧縮空気の一部を吸引・混合し、更に過熱器 6 でガスタービンの排熱回収を行った後、燃焼器内に噴射するので、ガスタービンの排熱回収で温度を高められた空気の分、チエン・サイクルより多くのエネルギー回収ができ、サイクル効率を向上させることができる。

**【0006】** 図 7 は、上述した部分再生式二流体ガスタービンの排熱回収線図である。この図において、横軸はガスタービン排ガスを基準とした交換熱量、縦軸は温度である。なお、横軸は具体的にはガスタービン排ガスの 0℃ を基準とするエンタルピーに相当する。この図において、ガスタービン排ガスは、約 550℃ から約 150℃ まで冷却され、その熱量で水が飽和温度まで加熱され、飽和温度で蒸発して飽和蒸気となり、更に加熱されて過熱蒸気となる。

**【0007】** 蒸発後の熱回収が、チエン・サイクルでは蒸気のみ加熱であるのに対して、部分再生式二流体ガスタービンでは蒸気と空気の混合ガスの加熱となる。そのため、図 7 では、圧縮空気の混合により温度が上昇

し、更に混合ガスの流量が増大するので温度上昇勾配が緩くなる。その結果、図 7 に斜線で示す領域に相当する分の有効エネルギーの回収がチエン・サイクルより多くなり、その分サイクル効率が向上する。

#### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図 6 の部分再生式二流体ガスタービンでは、サイクル効率を向上させるため、混合器 10 で吸引される圧縮空気を増加させる必要がある。ところが、圧縮機 2 の抽気ポート（図中 a 点）と、燃焼器 3 の導入ポート（図中 b 点）は、構造上近接しており、その間の圧力損失（以下、圧損）は数百 mmAq 程度にすぎないが、これに対して、過熱器 6 における圧損は、数千 mmAq（例えば約 3000 mmAq）に達する。このため、抽気空気を増加させるためには、混合器の昇圧性能を大幅に上げる必要があり、混合器に供給する駆動蒸気圧力を大幅に高める必要があった。

【0009】すなわち、混合器により排熱回収熱交換器（過熱器 6）の圧損および燃焼器への導入ポートの静圧に打勝って、空気／蒸気吸引比を増加させる必要があるが、混合器の昇圧性能には限度があり、吸引比の大幅な増加は困難であった。

【0010】本発明はかかる問題点を解決するために創案されたものである。すなわち、本発明の目的は、駆動蒸気圧力を高めることなく、抽気空気を大幅に増加させることができ、これにより空気／蒸気吸引比を大幅に増加させ、排熱回収部のエクセルギー・ロスを減少させ、発電効率を向上させることができる部分再生式二流体ガスタービンとその燃焼器を提供することを目的とする。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】燃焼器自体の圧損、すなわち燃焼器を構成するスワールの圧損と、燃焼域における燃焼時の流速増加による圧損の総和は、通常、数千 mmAq（例えば約 3000 mmAq）に達する。本発明者は、この部分をバイパスさせることにより、吸引比の増大が可能であることに着眼した。本発明はかかる新規の知見に基づくものである。

【0012】すなわち、本発明によれば、圧縮機（2）で圧縮した空気の一部を燃焼器（3）の手前で抽気し、蒸気と混合しタービン排熱で加熱した後、この混合ガスを燃焼器に注入する部分再生式二流体ガスタービンにおいて、圧縮機の抽気ポート a と燃焼域をバイパスした位置に空気導入ポート c を設け、燃焼器の燃焼用空気を燃焼器に直接導入し、残りの圧縮空気を抽気ポート a から抽気して蒸気と混合し、タービン排熱で加熱後、空気導入ポート c に導入する、ことを特徴とする圧損低減型部分再生式二流体ガスタービンが提供される。

【0013】本発明の好ましい実施形態によれば、抽気ポート a から抽気した圧縮空気と水蒸気と混合する混合器（22）と、該混合器による混合ガスをタービン排熱

で加熱後、空気導入ポート c に導く混合ガスライン（24）とを備える。

【0014】上記本発明の構成によれば、抽気ポート a から抽気した抽気空気を、蒸気と混合し加熱後に空気導入ポート c から燃焼域をバイパスして直接導入でき、これにより、抽気して導入するラインの圧損が、燃焼域を通過する圧損と同等になる。従って、燃焼による圧損と過熱器を経由する圧損とが並列となり、混合器の昇圧性能を高めることなく、混合器の吸引比（空気／蒸気比）を大幅に増大させることができる。これにより、排熱回収に使用できる圧縮空気を増加させることができ、その結果として、サイクル効率を増加させることができる。

【0015】また、本発明によれば、燃焼域（31a）と希釈域（31b）を内側に有する燃焼器ライナー（32）と、燃焼域より上流側に設けられた抽気ポート（34）と、燃焼器ライナーの希釈域に直接連通した空気導入ポート（36）とを備え、これにより、圧縮空気の一部を抽気ポートから抽気し、圧縮空気と蒸気との混合ガスを空気導入ポートから希釈域に直接導入する、ことを特徴とするガスタービン用燃焼器が提供される。

【0016】かかる燃焼器により、抽気ポート（34）から大量の圧縮空気を抽気し、空気導入ポート（36）から燃焼域をバイパスして大量の混合ガス（空気と蒸気）を低圧損で導入できる。

【0017】更に、本発明によれば、燃焼域（31a）と希釈域（31b）を内側に有する燃焼器ライナー（32）と、燃焼域（31a）と希釈域（31b）の中間位置で燃焼器ケーシング（38）と燃焼器ライナーの間を仕切る隔壁（39）とを備え、希釈域（31b）の燃焼器ライナーはケーシングとの隙間と連通する開口（32a）を有し、これにより、燃焼用空気を隔壁の燃焼域側に供給して燃焼域に直接流入させ、圧縮空気と蒸気との混合ガスを隔壁の希釈域側に供給し、開口（32a）を通して希釈域に流入させる、ことを特徴とするガスタービン用燃焼器が提供される。

【0018】この構成によっても、抽気ポートから大量の圧縮空気を抽気し、圧縮空気と蒸気との混合ガスを隔壁の希釈域側に供給し、開口（32a）を通して希釈域に低圧損で流入させることができる。

#### 【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好ましい実施形態を図面を参照して説明する。なお、各図において共通する部分には同一の符号を使用する。図 1 は、本発明による圧損低減型部分再生式二流体ガスタービンの全体構成図である。この図において、本発明による部分再生式二流体ガスタービンは、空気 A を圧縮する圧縮機 2 と、燃料 F を燃焼させる燃焼器 3 と、燃焼ガス E により駆動され圧縮機 2 を駆動するタービン 7 とからなるガスタービンと、タービン 7 の下流に設けられた過熱器 6 と、圧縮機 2 による圧縮空気の一部を燃焼器へその残部を混合器

に導く空気ライン 13 とを備えている。

【0020】本発明の部分再生式二流体ガスタービン  
は、更に、圧縮機の抽気ポート a から抽気した圧縮空気  
と水蒸気と混合する混合器 22 と、混合器 22 による混  
合ガスをタービン排熱で加熱後、空気導入ポート c に導  
く混合ガスライン 24 とを備える。タービン 7 の下流に  
設けられた過熱器 6 は、混合器 22 による混合ガスをター  
ビン排気で更に加熱する。

【0021】この実施形態において、混合器 22 は、主  
蒸気ライン 14 により排熱ボイラ 12 から供給される飽  
和水蒸気 S で駆動され圧縮空気を吸引するエジェクタで  
ある。なお、本発明において、混合器 22 はエジェクタ  
に限られず、空気ライン 13 内の圧縮空気の逆流を防げ  
るかぎり、圧損の小さい他の形式の混合機器でもよい。  
混合ガスライン 24 は、混合器 22 による混合ガス  
(空気と蒸気) を過熱器 6 内でタービン排熱で加熱後、  
空気導入ポート c に導くようになっている。また、空気  
導入ポート c は、燃焼器の燃焼域をバイパスした位置、  
すなわち圧縮機の抽気ポート a より数千 mmAq (例え  
ば約 3000 mmAq) 程度静圧が低くなった位置に設  
けられている。

【0022】上述した構成により、圧縮機の抽気ポート  
a から圧縮空気を大量 (例えば全体の 6~7 割) に抽気  
し、残りの空気を燃焼用空気として燃焼器に直接導入  
し、抽気した圧縮空気を蒸気と混合し、タービン排熱で  
加熱後、空気導入ポート c に導入することができる。  
この構成によれば、抽気して導入するラインの圧損が、  
燃焼域を通過する圧損と同等になるので、燃焼による圧  
損と過熱器を経由する圧損とが並列となり、混合器の昇  
圧性能を高めることなく、混合器の吸引比 (空気/蒸気  
比) を大幅に増大させることができる。

【0023】図 2 は、図 1 の排熱回収線図である。この  
図において、横軸はガスタービン排ガスを基準とした交  
換熱量 (ガスタービン排ガスの 0℃ を基準とするエンタ  
ルピー) であり、縦軸は温度である。

【0024】この図において、ガスタービン排ガスは、  
約 550℃ から約 160℃ まで冷却され、その熱量で水  
が飽和温度まで加熱され、飽和温度で蒸発して飽和蒸気  
となり、更に加熱されて過熱蒸気となる。

【0025】図 1 から明らかなように、排熱ボイラ 12  
には給水 (例えば約 50℃) が供給され、その一部が低  
圧 (例えば約 20 kg/cm<sup>2</sup> g) の飽和蒸気として、  
蒸気ドラム、主蒸気ライン 14 を介して混合器 22 に供  
給される。この蒸気の蒸発線は、図 2 における約 200  
℃ の定温線である。

【0026】次いで、その後の過熱器 6 における加熱で  
は、混合器 22 で大量の空気が低圧蒸気に混合されてい  
るので、空気量及び蒸気量とも従来より多く、温度上昇  
勾配が一層緩くなる。

【0027】この排熱回収線図を従来の図 7 と比較する

と明らかなように、本発明の構成では、空気量及び蒸気  
量とも従来より多いため、蒸気と空気の混合ガスの温度  
上昇勾配が排ガスの温度勾配に一層近くなり、かつ相対  
的に蒸発水量が少なくなるため、蒸発完了位置の交換熱  
量が低くなっている。言い換えれば、蒸気と空気の混合  
ガスに回収される熱量が多くなり、結果として、図 2 に  
斜線で示す領域に相当する分のエネルギー回収が図 7 より  
増え、この例では、発電機端効率を従来の最大約 39.8%  
から更に約 41.0% に、サイクル効率で約 5% 向上させる  
ことができることがわかる。

【0028】図 3 は、本発明によるガスタービン用燃焼  
器の全体構成図である。この図に示すように、本発明の  
ガスタービン用燃焼器 30 は、燃焼域 31a と希釈域 31b  
を内側に有する燃焼器ライナー 32 と、燃焼域 31a より上  
流側に設けられた抽気ポート 34 と、燃焼器ライナー 32  
の希釈域 31b に直接連通した空気導入ポート 36 とを備  
える。なおこの図で、Z-Z は、圧縮機 2 とタービン 7 の  
回転中心である。

【0029】この構成により、圧縮空気の一部を抽気ポ  
ート 34 から抽気し、圧縮空気と蒸気との混合ガスを空  
気導入ポート 36 から希釈域に直接導入することができ  
、抽気ポート 34 から大量の圧縮空気を抽気し、空気  
導入ポート 36 から燃焼域をバイパスして大量の混合ガ  
ス (空気と蒸気) を低圧損で導入できる。

【0030】図 4 は、本発明によるガスタービン用燃焼  
器の別の模式図である。本発明のガスタービン用燃焼  
器 30 は、燃焼域 31a と希釈域 31b を内側に有する燃  
焼器ライナー 32 と、燃焼域 31a と希釈域 31b の中  
間位置で燃焼器ケーシング 38 と燃焼器ライナーの間を  
仕切る隔壁 39 とを備える。また、希釈域 31b の燃焼  
器ライナー 32 はケーシング 38 との隙間と連通する開  
口 32a を有する。

【0031】この構成により、燃焼用空気を隔壁 39 の  
燃焼域側に供給して燃焼域に直接流入させ、圧縮空気  
と蒸気との混合ガスを隔壁 39 の希釈域側に供給し、開  
口 32a を通して希釈域に流入させることができ、抽気ポ  
ートから大量の圧縮空気を抽気し、圧縮空気と蒸気との  
混合ガスを開口 32a を通して希釈域に低圧損で流入さ  
せることができる。

【0032】上述したように本発明によれば、低圧損の  
混合器と低圧損でバイパス可能な燃焼器との組合わせで  
エクセルギ・ロスを抑えて効率よく空気/蒸気吸引比を  
大幅に増加させ、発電効率を向上させることができる。

【0033】なお、本発明は上述した実施形態に限定さ  
れず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変更でき  
ることは勿論である。

【0034】

【発明の効果】上述したように、本発明の圧損低減型部  
分再生式二流体ガスタービンとその燃焼器は、駆動蒸気  
圧力を高めることなく、抽気空気を大幅に増加させるこ

とができ、これにより空気／蒸気吸引比を大幅に増加させ、排熱回収部のエクセルギー・ロスを減少させ、発電効率を向上させることができる、等の優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による圧損低減型部分再生式二流体ガスタービンの全体構成図である。

【図 2】図 1 の排熱回収線図である。

【図 3】本発明によるガスタービン用燃焼器の全体構成図である。

【図 4】本発明によるガスタービン用燃焼器の別の模式図である。

【図 5】従来の二流体式ガスタービンの全体構成図である。

【図 6】先行出願の部分再生式二流体式ガスタービンの全体構成図である。

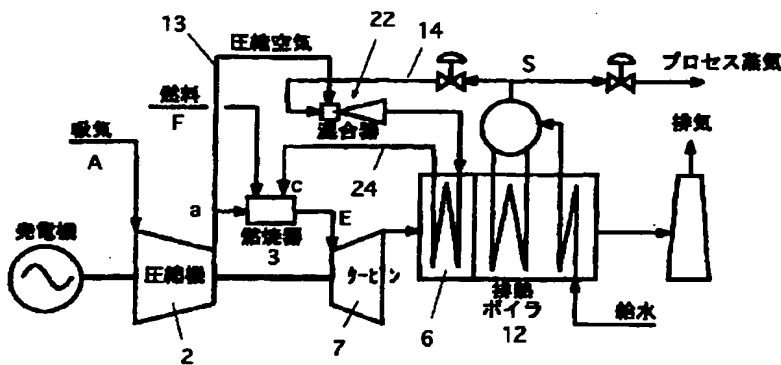
【図 7】図 6 の排熱回収線図である。

【符号の説明】

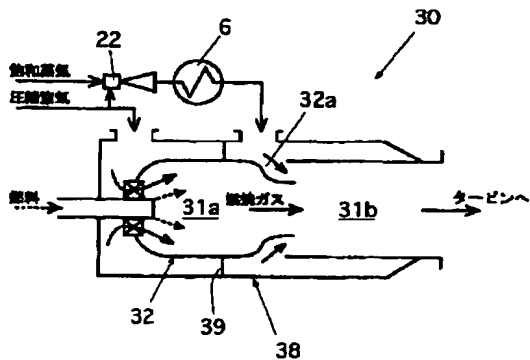
- 1 絞り弁
- 2 圧縮機 (コンプレッサー)
- 3 燃焼器 (燃焼室)
- 4 水処理装置

- 5 ポンプ
- 6 過熱器
- 7、8 タービン
- 9 コンデンサー
- 10 混合器 (エジェクタ)
- 12 排熱ボイラ
- 13 空気ライン
- 14 主蒸気ライン
- 15 混合ガスライン
- 22 混合器
- 24 混合ガスライン
- 31 a 燃焼域
- 31 b 希釈域
- 32 燃焼器ライナー
- 34 抽気ポート
- 36 空気導入ポート
- 38 燃焼器ケーシング
- A 空気
- F 燃料
- S 蒸気
- E 燃焼ガス
- W 給水

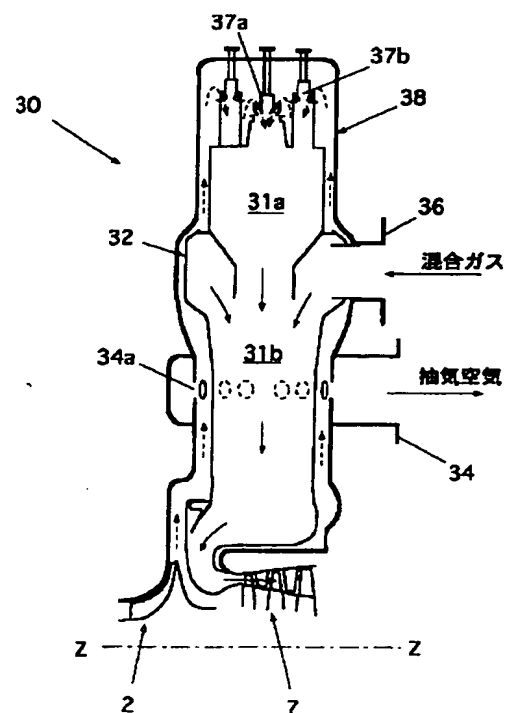
【図 1】



【図 4】

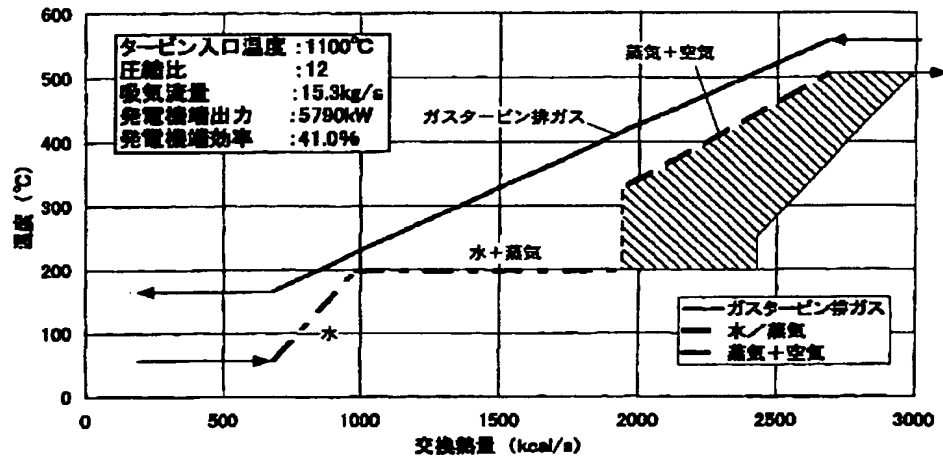


【図 3】

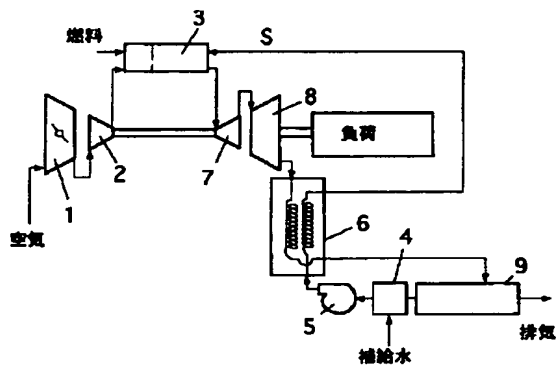


【図2】

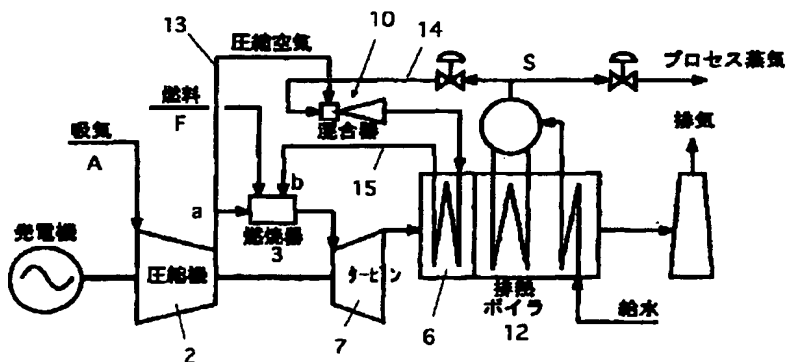
## 部分再生二流体ガスタービンシステム



【図5】



【図6】





【図7】

## 部分再生二流体ガスタービンシステム

